

ESTUDIO de DAÑOS por IMPACTOS en LÍNEAS de CONFECCIÓN de FRUTA (MANZANA)

RESUMEN

Frutas y hortalizas están llegando al consumidor con magulladuras y podredumbres. El origen de éstas se encuentra sobre todo en los golpes y rozaduras producidos durante la clasificación y confección en las centrales. Las líneas utilizadas para estas operaciones son auténticas desconocidas para sus responsables y con frecuencia los daños que en ellas se producen escapan a su control.

Para mejorar estos problemas el Laboratorio de Propiedades Físicas de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid cuenta con un sistema de detección de daños y propuesta de soluciones mediante el uso de frutos electrónicos.

Palabras claves: Calidad, Daños, Fruta, Frutos electrónicos, Líneas de clasificación y confección, Magulladuras, Mercado, UPM.

ABSTRACT

Study of the damage due to mechanical impacts in grading and packing lines of fruits (apple).

Fruits and vegetables present bruises and injuries at the retail markets. Their origin is mainly due to damage produced in grading and packing lines. What happens to fruits and vegetables in the lines is unknown by personnel in the plants. They do not effectively control the damage produced to the fruit during the process.

The Physical Properties Laboratory of Agricultural Engineering School (UPM, Madrid) is using new techniques to detect and avoid this damage due to mechanical impacts with the help of electronic fruits.

Keywords: Bruises, Damage, Electronic fruits, Fruit, Grading, Market, Packing lines, Quality, UPM.

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Propiedades Físicas del Departamento de Ingeniería Rural de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid (UPM), evalúa las líneas de manipulación de fruta desde el punto de vista de las cargas mecánicas que en ellas se someten a los frutos y las posibles magulladuras derivadas, en función de las características de la fruta.

Este tipo de estudios viene realizándose desde 1995, cuando comenzó el proyecto de investigación nacional CICYT-PETRI «Calidad de frutas: Transferencia de mejoras en las técnicas de recolección y post-

recolección en cooperativas de producción de Murcia».

Como resultado del proyecto se desarrolló un procedimiento de estudio de impactos en las líneas de

G. VALCÁRCEL-RESALT BEDOYA

M. RUIZ ALTISENT

F. J. GARCÍA RAMOS

C. VALERO UBIERNA

Laboratorio de Propiedades

Físicas. Dpto. Ingeniería Rural.

E.T.S.I. Agrónomos. MADRID.

clasificación, que venimos aplicando desde entonces, para cooperativas de frutas y/o hortalizas.

Si bien el proyecto original se centraba en frutas de hueso (albaricoque y

melocotón) y pepita (manzana y pera), posteriormente hemos seguido haciendo otros estudios de producto en nuestro laboratorio. Esto significa hacer estudios mecánicos para determinar el umbral de susceptibilidad a daños de ese producto, así como la evolución de los daños en él infligidos, en diferentes condiciones de almacenamiento.

Los estudios de producto constituyen un trabajo complementario a los estudios de impactos en las líneas y aportan la información necesaria para determinar los daños reales que sufren los frutos.

Este tipo de estudios los hemos realizado en melocotón, albaricoque, cítricos, pimiento y, especialmente, en manzana, gracias a los trabajos sobre ella realizados por **Pilar Barreiro** «Modelos para la simulación de daños mecánicos y desarrollo de un algoritmo de evaluación de maquinaria en los principales cultivos de albaricoque, manzana, melocotón y albaricoque» (1995, UPM) y por **José Luis García Fernández** «Influencia de los factores de producción y manejo en las propiedades físicas y suscepti-

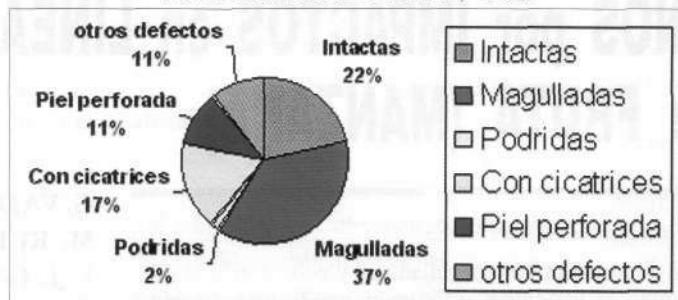
bilidad a daños mecánicos de variedades de manzana y pera» (1994, UPM), así como a nuestra colaboración con el IRTA-Lleida, en distintos proyectos sobre manzana y pera, publicados en distintos medios.

En estos trabajos previos ya se detectó la necesidad de introducir métodos que redujesen las pérdidas por daños mecánicos. Éstos se producen en todos los puntos del proceso comercial, desde la recolección a la venta al por menor.

Las magulladuras en el fruto afectan mucho a la decisión de compra por el consumidor, y es la causa por la que son devueltos envíos de fruta, de ahí la importancia de reducir estas magulladuras por daños mecánicos.

GRÁFICO 1

Muestreo de daños en el mercado minorista de Madrid (Manzana Golden, 1993)



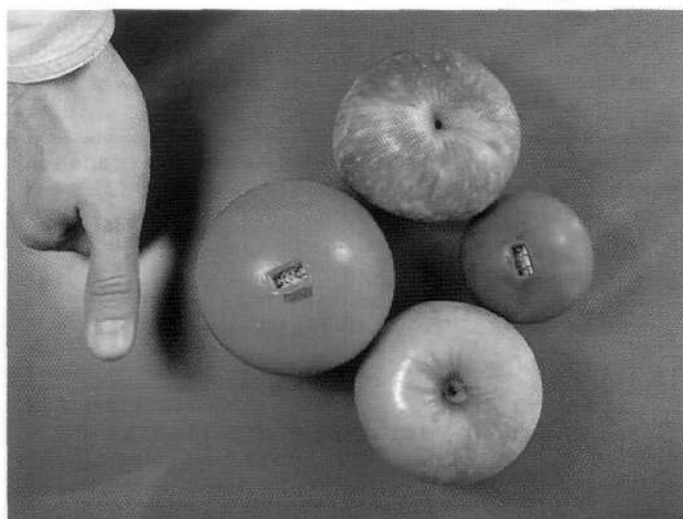
Existen distintos estudios sobre estos daños en diferentes puntos de la cadena (véase Cuadro 1).

Aún cuando el umbral de magulladura varía según el autor (diámetros de 6,4 mm para Brown y Sargent; 5,6 mm para Kampp, Pedersen y García; 11,3 mm para Valenciano) es significativo en todos los casos el alto

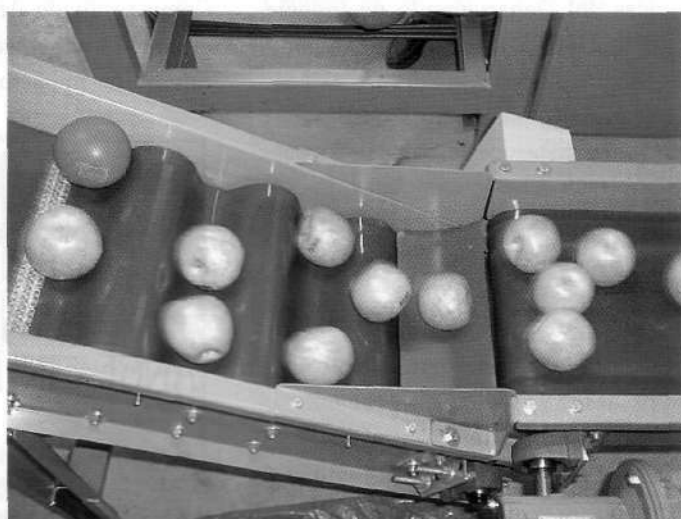
porcentaje de fruta magullada.

La Norma de calidad para manzanas y peras (reglamento CEE nº 920/89 establece que las manzanas de categoría «extra» deben estar libres de defecto. Para las de categoría «I» los defectos de forma alargada no excederán de 2 cm de longitud; para los demás defectos, la superficie total no debe exceder de 1 cm², con excepción del moteado, que no debe presentar una superficie superior a 1/4 de cm.

Para comprobar la incidencia de los daños en el mercado final, se realizó un muestreo entre minoristas y se vio en Madrid el porcentaje de fruto que llegaba con daños, de acuerdo a la «Norma de calidad para manzanas» (MAPA, 1991).



1.- Distintos modelos de «Frutos electrónicos» IS100, de la empresa Techmark.



2.- «Frutos electrónicos» en el momento de ser introducidos en la línea junto al resto de la fruta.

Tan sólo el 22% de las manzanas estaba libre de daños mecánicos. El 37% presentaba magulladuras (diámetro mayor de 5,6 mm) y el 41% presentaba otros defectos. Otros estudios, tanto en España como en otros países de la UE, indican situaciones parecidas, si bien es cierto que hay gran dispersión entre resultados de unos y otros.

Desde luego que parte de los daños presentes en la fruta en los mercados no habrán sido causados durante su confección, sino que puede provenir de campo o haberse producido durante el



3.- Proceso de registro informático de los datos almacenados para ser analizados inmediatamente y ser estudiados posteriormente.

transporte y manipulación posterior.

Otra encuesta hecha en tres fincas de Lleida en el mismo trabajo, dio los

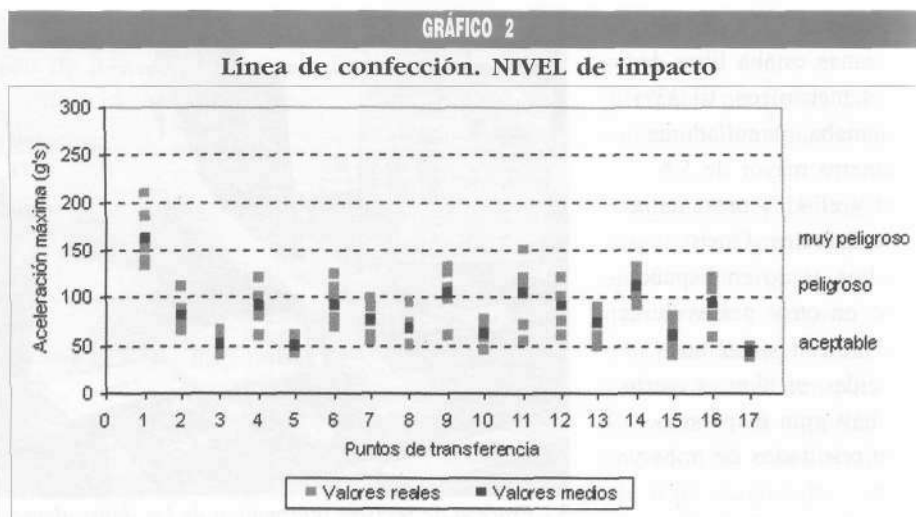
daños producidos en la recolección. Sobre un total de 2.717 manzanas *Golden*, entre el 30 y el 60% se magullaron durante la recolección, variando según el método empleado para la cosecha.

Dado que contamos en nuestras instalaciones con una línea experimental de manipulación de fruta (involucrada en otro de nuestros proyectos de investigación), pudimos

estudiar los daños causados en la línea sobre estas manzanas, gracias a un aporte de más de mil manzanas por el IRTA-Lleida, variando para ello las condiciones y posiciones

relativas de los distintos elementos de la línea.

Para determinar estos daños mecánicos en las líneas de confección se usan los llamados «frutos electrónicos». Tras probar distintos de ellos (con tecnologías alemana, estadounidense, escocesa y danesa) nuestro Laboratorio de Propiedades Físicas se ha decantado por el IS 100 (*Foto 1*), de la empresa Techmark, desarrollado por un equipo de investigación del USDA-ARS perteneciente a la Universidad del Estado de Michigan (EE.UU.). Existen distintos modelos de frutos electrónicos basados en distintos sensores y con distintas formas. Para poder acercarnos lo más posible a cada fruta que se estudie, contamos en estos momentos con frutos electrónicos de tres diámetros distintos (6,2, 7,0 y 8,8 cm), existiendo también modelos



con otras formas distintas de la esférica.

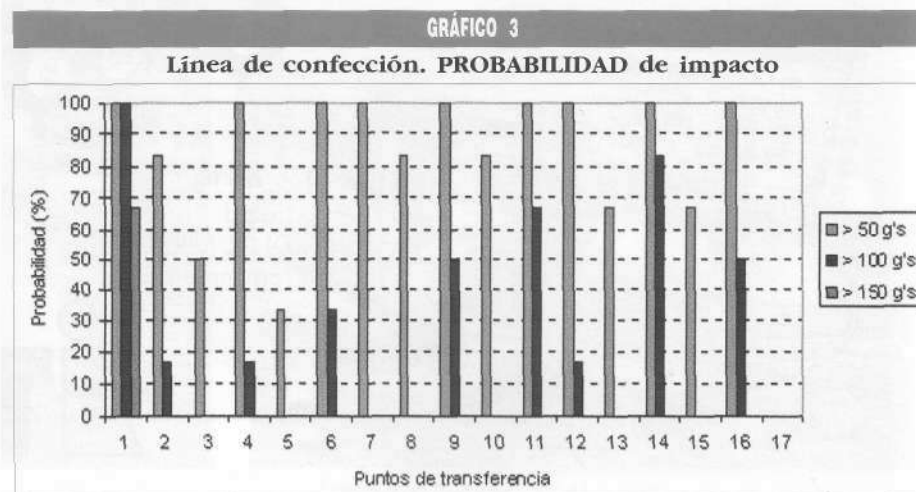
Los frutos electrónicos IS100 detectan cargas dinámicas (aceleraciones o deceleraciones) por medio de un acelerómetro triaxial. Por tanto, sólo registran impactos cuando se encuentran en movimiento (en situación estática no pueden registrar nada). Cada fruto dispone de un acelerómetro triaxial, un reloj, una batería y una memoria. Para cada impacto los frutos electrónicos registran dos parámetros: aceleración máxima (análoga a la fuerza del impacto), expresado como número de veces la aceleración de la gravedad (g's) donde $1\text{ g} = 9,8\text{ m/s}^2$, y duración del impacto (en milisegundos). Combinando

estos dos parámetros se pueden obtener otras variables de interés para identificar la naturaleza de cada golpe.

Con estos frutos y con el procedimiento por nosotros desarrollado llevamos tiempo realizando este tipo de estudios para empresas y cooperativas productoras y/o comercializadoras de frutas y hortalizas, especialmente en Murcia y en el Levante español.

METODOLOGÍA

El desarrollo de la toma de datos parte de una observación detenida de las distintas transferencias existentes, ya que todas las líneas son distintas.



CUADRO 1

Magulladuras en el fruto en diferentes puntos de la cadena

REFERENCIA	PAÍS	PROCESO	ESPECIE	% FRUTOS MAGULLADOS
<i>Sargent</i>	USA	Cosecha	Manzana	81%
<i>García</i>	España	Cosecha	Manzana	34%
<i>Brown</i>	USA	Línea de clasificación	Manzana	98%
<i>Valenciano</i>	España	Mayoristas y supermercados	Manzana	15%
<i>Valenciano</i>	España	Mayoristas y supermercados	Pera	9%
<i>Kampp</i>	Dinamarca	Minoristas	Manzana	96%
<i>García</i>	España	Minoristas	Manzana	37%

Los frutos son introducidos en la línea junto al resto de la fruta (*Foto 2*). Los datos registrados, almacenados en una pequeña memoria, son volcados a un ordenador, para luego ser analizados inmediatamente y ser estudiados después en trabajo de gabinete (*Foto 3*).

En cada trayecto se analizan todas las transferencias entre los diferentes componentes que integran la línea, p.e.: 1: volcador-cinta transportadora; 2: cinta-mesa de tría; 3: mesa de tría-elevador de rodillos; etc. Se realizan varias pasadas con cada fruto electrónico para así reducir la variabilidad entre los distintos recorridos que pudiera tomar el fruto.

Con los datos registrados por el fruto electrónico se procede a hacer un

análisis de los datos en laboratorio: identificación de la magnitud del impacto, de la transferencia donde dicho impacto tuvo lugar y de la naturaleza del material contra el que impactaron los frutos electrónicos.

RESULTADOS «TIPO» DEL TRABAJO

La información derivada de los frutos electrónicos (para cada trayecto y tamaño de IS) está sintetizada en tres gráficos tipo:

Nivel de impacto

Es la representación de los niveles de impacto registrados por los frutos electrónicos (ordenadas) en cada una de las transferencias (abscisas) del trayecto analizado (*Gráfico 2*).

Probabilidad de impacto

Para cada punto de transferencia (abscisas) se detalla la probabilidad de que un fruto sufra al menos un impacto de una determinada magnitud (ordenadas): p.e., superior a 50 g's en color verde, superior a 100 g's en color azul y superior a 150 g's en color rojo. Gracias al trabajo de laboratorio previo, estudiando cada producto, estamos en posición de establecer el nivel mínimo de los impactos, por encima del cual la mayoría de las frutas sufrirían daños (*Gráfico 3*).

Distribución de impactos

Esta gráfica nos indica la naturaleza del material (desde el punto de vista de su dureza), sobre el que impactan los frutos en cada transferencia. Estos datos son dispuestos sobre unas curvas de distribución de impactos obtenidas con los frutos electrónicos. Analizando la posición de los impactos registrados por la IS en las líneas de confección respecto a las curvas para tres materiales tipo (duro, medio y blando), sabemos la dureza del material contra el que impactan los frutos electrónicos en cada punto de transferencia (numerados del 10 al 17 en la gráfica siguiente), lo que indica la posible

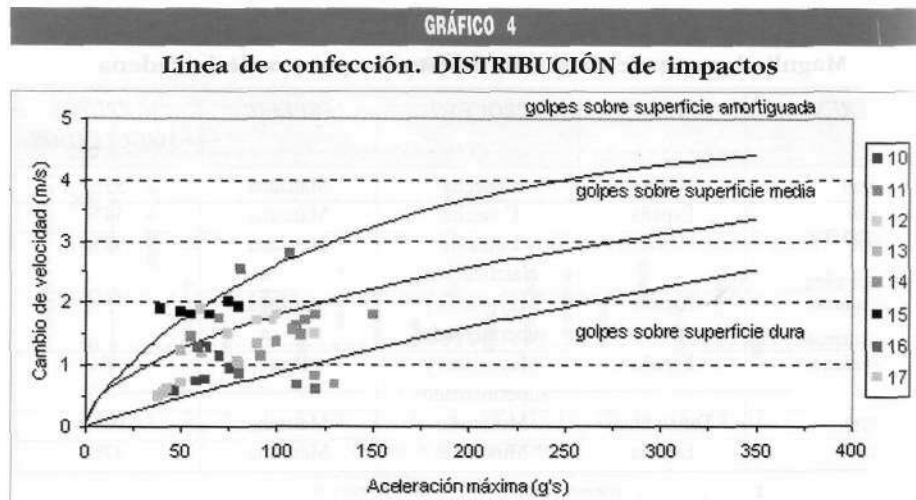
solución del problema en ese punto (Gráfico 4).

CONSIDERACIONES

Hay que tener en cuenta que los datos registrados son específicos de las condiciones de trabajo presentes en la línea: flujo de fruta, velocidad de trabajo, especie y variedad trabajada. Estos datos pueden variar en función de las condiciones de trabajo.

Sobre la base de los datos de los gráficos anteriores se puede hacer una valoración de las transferencias analizadas para conocer cuáles son los puntos críticos, con más posibilidad de dañar la fruta, dentro de la línea, y las posibles soluciones.

Analizando los puntos considerados como «malos» se pueden realizar diversas modificaciones en la línea,



desde el punto de vista del material contra el que impacta la fruta (duro, intermedio, blando o variable) y de las posibles soluciones a adoptar.

Estas soluciones se procuran que sean de sencilla y barata implantación, y serán del tipo: añadir recubrimiento; aumentar limpieza; evitar posibles daños por fricción; analizar base de cintas transportadoras; rediseñar componentes; introducir elementos deceleradores; introducir elementos de transferencia; revisar velocidades; añadir recubrimiento; etc.

Tras este primer estudio el *Laboratorio de Propiedades Físicas* podría colaborar con cada cooperativa o empresa en:

- el diseño y/o instalación de las mejoras que sean necesarias en los puntos críticos detectados,
- estudios de producto, en las épocas de actividad, con el fin de establecer para cada uno de ellos la susceptibilidad potencial, y así el umbral de daños,
- ensayo de la precisión de los calibradores, por peso, por imagen o por volumen (rodillos), etc.

REFERENCIAS

- Proyecto PETRI PTR 94-0082, de Francisco García: CICYT-PETRI «Calidad de frutas: Transferencia de mejoras en las técnicas de recolección y post-recolección en cooperativas de producción de Murcia». Coordinado con CEBAS (CSIC) de Murcia.
- Tesis Doctoral de *Pilar Barreiro* «Modelos para la simulación de daños mecánicos y desarrollo de un algoritmo de evaluación de maquinaria en los principales cultivos de albaricoque, manzana, melocotón y albaricoque» (1995, UPM)
- Tesis Doctoral de *José Luis García Fernández* «Influencia de los factores de producción y manejo en las propiedades físicas y susceptibilidad a daños mecánicos de variedades de manzana y pera» (1994, UPM)
- Cuantificación de la susceptibilidad a magulladura en frutos de hueso en términos probabilísticos. P. Barreiro et al. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Actas de Horticultura. Tomo 27. Abril 1999.
- Análisis de elementos mecánicos para reducir daños a la fruta en líneas de manipulación. F.J. García et al. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Actas de Horticultura. Tomo 27. Abril 1999.
- Línea experimental de manipulación de fruta con el objetivo de mejorar elementos para reducir daños. J. Ortiz-Cañavate et al. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Actas de Horticultura. Tomo 27. Abril 1999.